

IDENTIFIKASI PEMANFAATAN DAERAH SEMPADAN SUNGAI TUKAD PETANU

Putu Aryastana¹⁾

1) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa

ABSTRAK

Sempadan sungai merupakan suatu kawasan yang mempunyai manfaat untuk mempertahankan kegiatan perlindungan, penggunaan dan pengendalian atas sumber daya yang ada pada sungai. Tukad Petanu merupakan sungai yang melintasi Kabupaten Gianyar yang memiliki fungsi sebagai sumber air untuk daerah irigasi, areal tempat suci, areal pariwisata air terjun dan tetap sebagai fungsi utama yaitu saluran pembuangan limbah rumah tangga dan industri rumah tangga disekitar sungai. Untuk mengetahui lebar minimal sempadan sungai di Tukad Petanu dilakukan analisa terhadap peraturan-peraturan yang terkait dengan sempadan sungai. Untuk mengetahui pemanfaatan daerah sempadan sungai dilakukan dengan penelusuran alur sungai Tukad Petanu dari hilir menuju hulu sejauh 10 km dengan menggunakan GPS dan melakukan analisa citra satelit google earth. Hasil menunjukkan bahwa lebar sempadan sungai di Tukad Petanu antara 10 meter sampai dengan 100 meter yang disesuaikan dengan kriteria dan kondisi daerahnya. Pemanfaatan lahan pada daerah sempadan sungai Tukad Petanu didominasi oleh lahan kosong, sawah. Namun ada beberapa pemanfaatan lain seperti penambangan batu paras, permukiman, villa, resort, tempat hunian, tempat ibadah.

Kata kunci: sempadan, sungai, petanu

1 PENDAHULUAN

Keberadaan sungai selain bermanfaat untuk menunjang kebutuhan sehari-hari, karang-kadang juga memberikan masalah ketika banjir. Banjir terjadi karena kapasitas sungai sudah tidak mampu untuk mengalirkan debit air yang ada. Sungai akan mengalami kerusakan akibat proses erosi yang terjadi pada saat banjir. Salah satu cara untuk menjaga kondisi sungai agar tetap terjaga sesuai dengan fungsinya adalah dengan pengaturan pemanfaatan lahan disekitar daerah sempadan sungai.

Sempadan sungai juga merupakan suatu kawasan yang mempunyai manfaat untuk mempertahankan kegiatan perlindungan, penggunaan dan pengendalian atas sumber daya yang ada pada sungai dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuannya (Anonim, 1993).

DAS *Tukad* Petanu bersifat *pharennial* dengan luas DAS 96.87 km². *Tukad* Petanu merupakan sungai yang melintasi Kabupaten Gianyar yang memiliki panjang 46.96 km (Bakosutanal, 2002). *Tukad* Petanu merupakan sungai yang difungsikan sebagai sumber air untuk daerah irigasi, areal tempat suci, areal pariwisata air terjun dan tetap sebagai fungsi utama yaitu saluran pembuangan limbah rumah tangga dan industri rumah tangga disekitar sungai.

Sungai utama *Tukad* Petanu mempunyai alur sungai cukup berkelok, termasuk sungai *perennial* yaitu sungai yang mempunyai aliran sepanjang tahun. Aliran sungai *perennial* adalah aliran dasar yang berasal dari aliran air tanah. Sungai tipe ini terjadi pada DAS yang sangat baik yang masih mempunyai hutan lebat.

Permasalahan yang muncul pada *Tukad* Petanu adalah dengan adanya penambangan batu paras dengan melakukan pemotongan dinding sungai. Dampak dari pemotongan batu paras akan menimbulkan kerugian yang jauh lebih besar, seperti: morfologi sungai berubah, daerah pemotongan batu paras

menjadi rawan longsor, terganggunya aliran subak sepanjang sungai, kotornya sungai akibat serpihan-serpihan potongan paras, rusaknya ekosistem di sekitar penggalian batu paras, terkelupasnya tutupan tanah (rusaknya vegetasi tutupan) menyebabkan tingkat erosi sungai menjadi tinggi, sehingga suplai sedimen menjadi lebih besar dan juga kerusakan lahan yang terjadi sulit untuk dipulihkan.

Untuk menjaga kelestarian *Tukad* Petanu adanya pemahaman mengenai pemanfaatan sempadan sungai. Dengan adanya daerah sempadan sungai, maka kelestarian sungai akan tetap terjaga sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Untuk itu diperlukan adanya identifikasi pemanfaatan daerah sempadan sungai *Tukad* Petanu, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai *Tukad* Petanu.

2 STUDI PUSTAKA

2.1 Lebar Sempadan Berdasarkan Aspek Konservasi

Lebar sempadan sungai berdasarkan aspek konservasi untuk fungsi ekologis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lebar sempadan berdasarkan aspek konservasi

Publikasi	Lokasi	Lebar Sempadan (tidak termasuk bantaran keamanan) dengan tujuan konservasi		
		Perbaikan kualitas air	Perbaikan habitat akuatik	Perbaikan Habitat biota terestrial
CRUC, 2000	Connecticut river	30,48 m (kemiringan $\leq 15^\circ$)	30,48 m	91,44 m
SCSRP, 2004	South Carolina	(12,19 – 24,38) m (tergantung kemiringan)	-	(30,48 – 91,44) m
Fischer & Fischensch, 2000	-	(5 – 30) m	(3 – 10) m	(30 – 500) m
Schueler, 1995	Urban rivers	30,48 m		
Resume		(5 – 30) m	(3 – 30,48) m	(30 – 500) m

Sumber: (Subdin Pengairan, 2006) dalam (Maryono, 2009)

2.2 Lebar Sempadan Sungai Terkait dengan Perlindungan Kualitas Air

Sungai sebagai fungsi menjaga kualitas air maka diperlukan lebar sempadan sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Lebar sempadan sungai terkait dengan perlindungan kualitas air

Publikasi/autor	Lebar Sempadan Sungai terkait dengan perlindungan kualitas air	
	Lebar Dasar	Keterangan
Dasbonnet et al. 1994	82 ft = 25 m	Menghilangkan 80% sedimen
	150 ft = 45 m	Melindungi kualitas air dan sedimen dan polusi
	197 ft = 30 m	Menghilangkan suspended solid dan nitrogen
	279 ft = 80 m	Menghilangkan 80 % polutan
Wong & McCuen, 1991 dalam Dixelbiss, 1994	150 ft = 45 m	Mengurangi angkutan sedimen 90%
Jacobs & Gilliam, 1985	15 m	Menghilangkan nitrat dari air buangan pertanian
Resume	(15 – 80) m	Meningkatkan kualitas air

Sumber: (Subdin Pengairan, 2006) dalam (Maryono, 2009)

2.3 Lebar Sempadan Sungai Menurut Luas Daerah Aliran Sungai

Untuk menentukan lebar sempadan sungai, juga diperluan penetapan definisi tentang sungai besar, menengah dan kecil. Heinrich & Hergt, 1999 mengklasifikasikan sungai berdasarkan luas DAS menjadi sungai besar, menengah dan kali/sungai kecil, seperti dalam Tabel 4.

Tabel 3. Lebar sempadan sungai menurut luas Daerah Aliran Sungai

Nama	Luas DAS	Lebar Sungai
Kali kecil dan mata air	0-2 km ²	0-1 m
Kali kecil	2-50 km ²	1-3 m
Sungai sedang	50-300 km ²	3-10 m
Sungai besar	> 300 km ²	> 10 m

Sumber: (Heinrich & Hergt, 1999) dalam (Maryono, 2009)

2.4 Lebar Sempadan Sungai terkait Memberikan Ruang Meandering dan Perlindungan Bajar

Dalam rangka memberikan ruang meandering dan perlingkungan banjir, maka diperlukan pemahaman terhadap lebar sempadan, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Lebar sempadan sungai terkait memberikan ruang meandering dan perlindungan banjir

Publikasi/autor	Lebar sempadan sungai terkait pemberian ruang untuk meandering dan perlindungan banjir	
	Lebar Dasar	Keterangan
Smardon & Felleman, 1996	2 kali lebar kanopi pohon sisi sungai	Untuk memberikan ruang untuk meandering
Verry, 1992 dalam Dixelbiss, 1994	150 ft = 45 m	Perlindungan banjir
Bertulli, 1981 dan Castelle et al, 1994	(50-90) m	Perlindungan banjir 100 tahunan
Lynch & Corbett, 1990	115 ft = 30 m	Di daerah hutan dapat mengurangi peningkatan fluktuasi maka air dari suhu sungai karena penebangan hutan.
Lewis, 1998	120 ft = 36 m (dua kali diameter kanopi pohon = 2x 18 m = 36 m)	Menjaga stabilitas sistem aquatik sungai di hutan, lebar sempadan setara dengan dua kali lebar kanopi pohon (2x18 m) di sempadan.
Resume	(5 – 90) m	Perlindungan gerakan meander dan banjir

Sumber: (Subdin Pengairan, 2006) dalam (Maryono, 2009)

2.5 Lebar Sempadan Sungai Berdasarkan Peraturan Yang Berlaku di Lokasi Studi

Peraturan mengenai lebar/batas sempadan sungai yang berlaku di *Tukad Petanu* adalah:

1. Peraturan Pemerintah No 38 tahun 2011 tentang Sungai.
2. Perda Prov. Bali No 16 Tahun 2009 tentang RTRW Provinsi Bali.
3. Perda Kab. Gianyar Nomor 16 Tahun 2012 tentang RTRW Kabupaten Gianyar Tahun 2012-2013.

Tabel 5. Batasan Sempadan Sungai dari beberapa Peraturan yang Berlaku di daerah Perkotaan

No	Kriteria	Lebar Sempadan (m)		
		PP 38 Tahun 2011	RTRW Prov. Bali	RTRW Kab. Gianyar
A	Tanpa Bahaya Banjir			
1	Bertanggul	3	3	3
2	Tidak Bertanggul :			
	• Kedalaman ≤ 3 m	10		
	• Kedalaman Sungai 3~10 m	-	10	10
	• Kedalaman Sungai 3~20 m	15	-	-
	• Kedalaman Sungai 10~20 m	-	15	15
	• Kedalaman Sungai > 20 m	30	30	20
B	Dengan Bahaya Banjir			
1	Bertanggul	-	3	3
2	Tidak Bertanggul :			
	• Banjir ringan	-	25	-
	• Banjir sedang	-	50	-
	• Banjir besar	-	100	-

Sumber: (Anonim, 2009), (Anonim, 2011), (Anonim, 2012)

Tabel 6. Batasan Sempadan Sungai dari beberapa Peraturan yang Berlaku di daerah Pedesaan

No	Kriteria	Lebar Sempadan (m)		
		PP 38 Tahun 2011	RTRW Prov. Bali	RTRW Kab. Gianyar
A	Tanpa Bahaya Banjir			
1	Bertanggul	5	5	5
2	Tidak Bertanggul :			
	• Kedalaman Sungai > 3 m	10	10	10
	• Kedalaman Sungai 3~20m	15	15	15
	• Kedalaman Sungai > 20 m	30	30	30
3	Berdasarkan luas DAS			
	• Luas DAS ≥ 500 km ²	100	-	-
	• Luas DAS ≤ 500 km ²	50	-	-
B	Dengan Bahaya Banjir			
1	Bertanggul	-	5	-
2	Tidak Bertanggul :			
	• Banjir ringan	-	50	-
	• Banjir sedang	-	100	-
	• Banjir besar	-	150	-

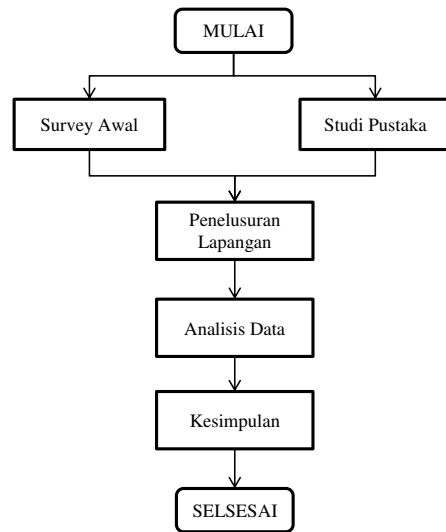
Sumber: (Anonim, 2009), (Anonim, 2011), (Anonim, 2012)

3 METODOLOGI

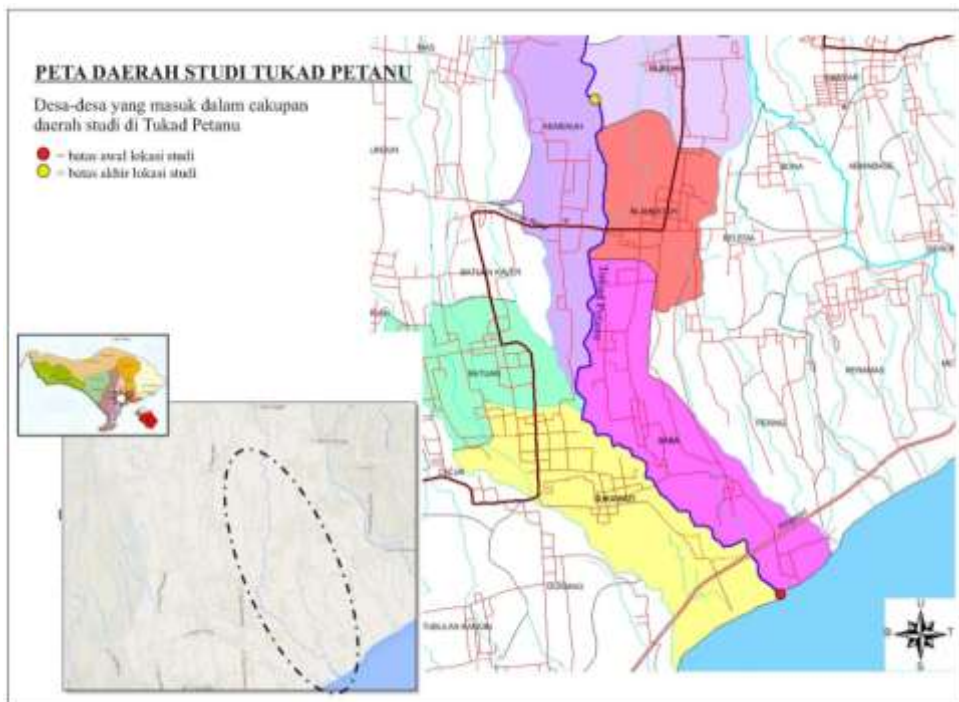
Untuk dapat mengidentifikasi pemanfaatan daerah sempadan sungai *Tukad Petanu* dilaksanakan dengan metode pengamatan lapangan dan analisa citra satelit.

1. Pengamatan lapangan dilakukan dengan melakukan penelusuran alur sungai *Tukad Petanu* dari hilir menuju hulu sejauh 10 km dengan menggunakan GPS, untuk mengetahui pemanfaatan daerah sempadan.
2. Analisa citra satelit yaitu melakukan analisa pemanfaatan lahan daerah sempadan sungai dengan menggunakan bantuan peta *google earth*.

Alur pelaksanaan identifikasi pemanfaatan daerah sempadan sungai *Tukad Petanu* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Identifikasi Pemanfaatan Daerah Sempadan Sungai *Tukad Petanu*



Gambar 2. Lokasi Identifikasi Pemanfaatan Sempadan Sungai *Tukad Petanu*

4 PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Batas Minimal Sempadan Minimal

Berdasarkan peraturan-peraturan yang terkait dengan sempadan sungai, maka kriteria batas minimal sempadan sungai *Tukad* Petanu dapat dikelompokkan seperti pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa batas minimal sempadan pada *Tukad* Petanu adalah 10 - 100 meter, disesuaikan dengan kondisi masing-masing ruas.

4.2 Pemanfaatan Daerah Sempadan Sungai

Tukad Petanu secara administrasi melintasi 2 kecamatan yaitu Kecamatan


Blahbatuh dan Kecamatan Gianyar. Bagian hulu melintasi Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar dan bagian hilir DAS melintasi Kecamatan Blahbatuh, Kabupaten Gianyar. Daerah sekitar *Tukad* Petanu ini masih terlihat asri tetapi ada beberapa bangunan pemukiman/villa. Selain itu terdapat aktifitas/kegiatan penggalian padas warga pada tebing-tebing *Tukad* Petanu. Kegiatan ini terletak di Desa Kemenuh, Desa Buruan, dan Desa Blahbatuh.

Kondisi daerah sempadan dan pemanfaatannya di *Tukad* Petanu sepanjang 10 Km dari hilir yaitu dari Jl. Prof. Ida Bagus Mantra – Jl. Raya Saka dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 7. Batas Minimal Sempadan di *Tukad* Petanu



No	Kriteria	Lebar Sempadan (m)			
		PP 38 Tahun 2011	RTRW Prov. Bali	RTRW Kab. Gianyar	<i>Tukad</i> Petanu
A	Tanpa Bahaya Banjir				
	Tidak Bertanggul :				
	• H = 3 – 10 m	10	10	10	Ada
	• H = 10 – 20 m	15	15	15	Ada
	• H > 20 m	30	30	30	Ada
	• Luas DAS ≤ 500 km ²	50	-	-	Ada
B	Dengan Bahaya Banjir				
	Tidak Bertanggul :				
	• Banjir sedang	-	100	-	Ada





Tabel 8. Sarana dan Prasana di *Tukad* Petanu

No	Sarana dan Prasarana	Jumah	Uraian	Dokumentasi
1	Chek dam	1 unit	Terletak di dekat jembatan <i>Tukad</i> Petanu Jl. Prof. Ida Bagus Mantra, dengan kondisi masih baik.	

No	Sarana dan Prasarana	Jumah	Uraian	Dokumentasi
2	Jembatan	3 unit	Jembatan pada jalan raya kondisinya masih baik.	
3	Talang air	1 unit	Kondisi talang air masih baik dan masih berfungsi sebagai pendistribusi air minum ke jaringan masyarakat.	
4	Mata air	1 unit	Mata air ini digunakan untuk mandi dan mencuci oleh warga Desa Saba.	

Tabel 9. Pemanfaatan Lahan di Daerah Sempadan Sungai Tukad Petanu

No	Ruas/STA (Km)	Uraian	Dokumentasi
1	0 – 1	Di hilir <i>Tukad</i> Petanu didominasi oleh ladang, persawahan dan beberapa villa. Masih banyak vegetasi pada kanan dan kiri semapadan sungai, seperti bamboo, pohon kelapa, pohon bringin dan semak-semak.	 

2	1 – 3	Sisi kanan dan kiri sungai masih banyak di tumbuh berbagai vegetasi dan pemanfaatan lahan pun seperti sawah dan perkebunan masih mendominasi area ini.	
3	3 – 6	Sebelah kiri sungai, lahan dimanfaatkan untuk ladang dan lahan kosong sedang kan sebelah kanan sungai sudah ada beberapa pemukiman. Sempadan sungai tampak masih penuh dengan vegetasi, bambu, kelapa, semak-semak, rumput gajah dan pepohonan lainnya.	
4	6 – 8	Sebelah kanan dan kiri sempadan sungai masih terlihat alami. Tetapi beberapa villa dibangun tepat di tebing sungai, karena pemandangan di <i>Tukad</i> Petanu sangat indah dan masih alami.	
5	8 – 10	Terdapat aktifitas penambangan batu paras di tebing sempadan sungai yang menjadi salah satu mata pencaharian yang banyak dilakukan oleh penduduk Desa Kemenuh, Buruan dan Batuan.	

4.3 Permasalahan Daerah Sempadan Sungai di *Tukad Petanu*

Permasalahan yang ditemukan di sepanjang daerah studi terhadap pemanfaatan daerah sempadan sungai adalah sebagai berikut:

1. Penambangan batu paras

Penambangan batu paras terjadi di ruas 8 – 10 km dari hilir sungai *Tukad Petanu*. Kegiatan penambangan batu paras dengan melakukan pemotongan dinding sungai. Jika kita lihat dari aspek ekonomi masyarakat, penambangan batu paras memberikan peluang kerja bagi banyak penduduk, dan merupakan sumber pendapatan yang cukup besar bagi penduduk maupun pemerintah, karena nilai ekonomis batu paras yang cukup tinggi, juga batu paras dari Kabupaten Gianyar mempunyai kualitas tinggi. Tetapi dampak dari pemotongan batu paras akan menimbulkan kerugian yang jauh lebih besar, seperti sebagai berikut:

- Morfologi sungai menjadi berubah
- Daerah pemotongan batu paras menjadi rawan longsor
- Terganggunya aliran subak sepanjang sungai
- Kotornya sungai akibat serpihan-serpihan potongan paras

- Rusaknya ekosistem di sekitar penggalian batu paras
- Terkelupasnya tutupan tanah (rusaknya vegetasi tutupan) menyebabkan tingkat erosi sungai menjadi tinggi, sehingga suplai sedimen menjadi lebih besar
- Kerusakan lahan yang terjadi sulit untuk dipulihkan.

Kegiatan penambangan batu paras yang bukan lagi dalam skala kecil, harus segera mendapat perhatian khusus, karena dampak kerusakan yang terjadi akan lebih cepat dan sangat membahayakan ekosistem maupun penduduk sekitarnya.

Dampak kerusakan yang terjadi dan pengaruhnya terhadap sungai sudah terlihat dengan tampak keruhnya warna air sungai. Air sungai yang keruh dan berwarna coklat merupakan akibat besarnya sediment terlarut di dalamnya. Alam sudah tidak mampu lagi menahan lapisan tanah atas yang telah terbuka tutupan vegetasinya, sehingga hanyut terbawa *run-off* yang sudah tidak mampu lagi terserap oleh tanah. Sedimen yang terbawa air juga berasal dari sisa-sisa penambangan dan pengelupasan lapisan tanah yang dilakukan untuk mendapatkan batuan yang baik, yang terbawa oleh arus sungai.



Gambar 3. Kegiatan Penambangan dan Kondisi Tebing Sungai Akibat Penambangan



Gambar 4. Kondisi Kekeruhan Sungai di Tukad Petanu

No.	Kontractor	Asal	Lokasi Penggalian	luas	route
1	Pak Darna	Silungan, Ubud	Kemenuh		(1) Pak Setek (Br. Medahan) - Pura Batu Gae, dekat Banushwari
2	Pak Dewa Jagra	Silungan, Ubud	Br. Buruan, Buruan		
3	Pak Romi & Pak Putu	Bedulu	Kemenuh		(2) Pak Jaga (Br. Sumampam)
4	Pak Parwa	Br. Sumampam, Kemenuh	Kemenuh		
5	Pak Griya	Br. Sumampam, Kemenuh	Buruan		(3) Pak Bengul (tanah bawah) - Pak Windu (tanah atas), Br. Sumampam
6	Bu Seri	Blahbatuh	Buruan	10 x 10	
7	Pak Rajeb	Bonbiu	Buruan	5 x 10 (dari sungai 5m,	
8	Kadus Tegenungan	Tegenungan	Buruan	5 x 12	
9	Pak Nyoman Warta	Keramas	Buruan	8 x 10	
10	Bu Seri	Blahbatuh	Buruan		
11	Pak Joko	Banyuwangi	Kemenuh		
12	Pak Wayan Suteja	Br. Kediri, Silakarang	Buruan		
13	Bu Sukri	Bonbiu	Buruan	13 x 31	
14	Bu Sukri	Bonbiu	Buruan		
15	Pak Rajeb	Bedulu	Buruan		(4) Pak Nara - Pak Nyoman Sadia - Pak Wayan Cepag - Tanah hotel
16	Pak Romi	Bedulu	Buruan		
17	Yan Ranti	Br. Sumampam, Kemenuh	Kemenuh		
18	Pak Tut Ata	Br. Sumampam, Kemenuh	Blahbatuh		(5) Pak Made Lesia (Br. Sumampam)
19	Pak Griya	Br. Sumampam, Kemenuh	Blahbatuh		
20	Bu Sukri	Bonbiu	Blahbatuh		
21	Pak Gun	Desa Keramas	Blahbatuh		
22	Pak Putu	Ubud	Blahbatuh		
23	Pak Wstra	Silakarang	Desa Antugan, Blahbatuh		(6) Tanah Dese - Pak Cetig (Br. Sumampam), Samping Sue Bali
24	Pak Sudir	Banyuwangi	Desa Antugan, Blahbatuh		
25	beberapa orang		Desa Antugan, Blahbatuh		
26	Pak Dewa Aji	Br. Kediri, Silakarang	Desa Antugan, Blahbatuh		
27	Pak Nengah Tamon	Medahan	Desa Antugan, Blahbatuh		
28	Pak Bakat	Bangli	Desa Antugan, Blahbatuh		
29	Bu Sukri	Bonbiu	Desa Antugan, Blahbatuh		
30	Pak Tut Ata	Br. Sumampam, Kemenuh	Desa Antugan, Blahbatuh		(7) Ketut Lesia (Sumampam)
31	Pak Griya	Br. Sumampam, Kemenuh	Desa Antugan, Blahbatuh		

Gambar 5. Daftar Penambang Batu Paras di Tukad Petanu (Anonim, 2012)

2. Pembangunan rumah hunian/*villa*/resort atau bangunan lain di daerah sempadan sungai.

Pemukiman seperti rumah, villa/resort dan bangunan lain sudah ada di beberapa lokasi sempadan *Tukad*

Petanu. Berdasarkan hasil penelusuran lapangan terdapat beberapa bangunan yang telah dibangun pada Daerah Sempadan Sungai seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Bangunan di Daerah Sempadan Sungai *Tukad* Petanu

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa terdapat pemanfaatan daerah sempadan sungai yang tidak sesuai yaitu sebagai villa/resort.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa, lebar sempadan sungai di *Tukad* Petanu adalah 10 – 100 meter yang disesuaikan dengan kriteria. Pemanfaatan lahan pada daerah sempadan sungai *Tukad* Petanu didominasi oleh lahan kosong, sawah. Namun ada beberapa pemanfaatan lain seperti penambangan batu paras, permukiman, villa, resort, tempat hunian, tempat ibadah.

5.2 Saran

Diperlukan adanya penataan pemanfaatan kawasan sempadan sungai *Tukad* Petanu, untuk menjaga kelestarian *Tukad* Petanu.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1993). *Peraturan Menteri Pekerjaan umum Nomor: 63/PRT/1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai dan Bekas Sungai*. Jakarta.
- Anonim. (2009). *Peraturan Daerah No. 16 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Bali*. Denpasar: Pemerintah Daerah Provinsi Bali.
- Anonim. (2011). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai*. Jakarta.
- Anonim. (2012). *Peraturan Daerah Kabupaten Gianyar Nomor 16 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gianyar*. Gianyar: Pemerintah Kabupaten Gianyar.
- Anonim. (2012). *Selamatkan Tukad Petanu*. Retrieved April 22, 2015, from <http://www.tukadpetanu.com/peta-peta-data>

- Bakosutanal. (2002). *Peta Rupa Bumi*. Jakarta: Bakosurtal.
- Heinrich, & Hergt. (1999). *Atlas Oekologie*. Muenchen: Deutsche Verlag.
- Maryono, A. (2009, Januari). Kajian Lebar Sempadan Sungai (Studi Kasus Sungai-Sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 9(1), 55-56.
- Subdin Pengairan, D. (2006). *Rancangan Naskah Akademik Peraturan Sempadan Sungai*. Yogyakarta: Dinas Pekerjaan Umum.